

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/038386 A3

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01N 7/00

WETZEL, Arthur [DE/DE]; Boskoopstr. 15, 88048 Friedrichshafen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011684

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Oktober 2003 (22.10.2003)

(74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG; 88038 Friedrichshafen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
102 49 957.8 26. Oktober 2002 (26.10.2002) DE

Veröffentlicht:

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; 88038 Friedrichshafen (DE).

— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(72) Erfinder; und

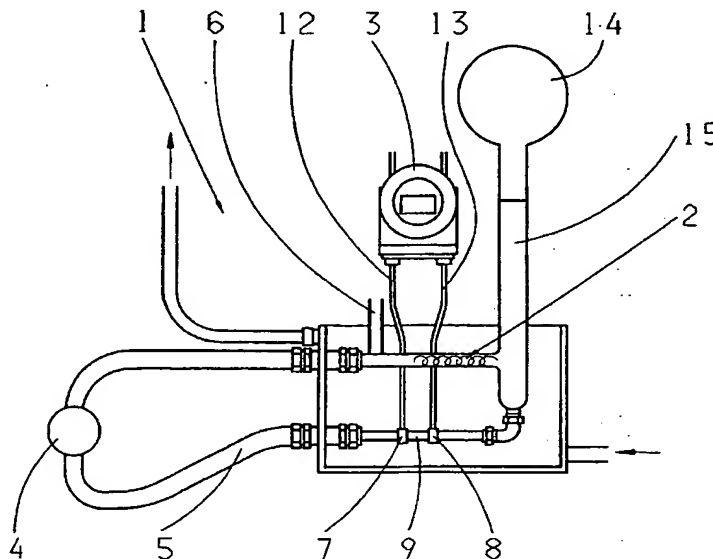
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEINEMANN, Magnus [DE/DE]; Netzerstr. 21, 80992 München (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 8. Juli 2004

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING AN AIR CONTENT, AIR RELEASE ABILITY AND FOR FOAM FORMING ON OIL SURFACES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES LUFTGEHALTS, DES LUFTABSCHIED-  
DEVERHALTENS UND DER OBERFLÄCHENSCHAUMBILDUNG VON ÖLEN



(57) Abstract: The invention relates to a system (1) for determining air content, air release ability and for forming foam on oil surfaces, in particular gear oil. The inventive system (1) comprises an air-oil mixing device (2), a differential pressure gauge (3), a supply unit (4) for conveying the oil through the conduits (5) of the air-oil mixing device (2), a compressed air supply (6) which supplies air in the conduits (5) of the air-oil mixing device (2) and a Venturi tube (9) arranged in one of conduits (5). Said differential pressure gauge (3) measures the differential pressures in the oil with the aid of at least two holes (7, 8) which are arranged in the Venturi tube (9) at a distance with respect to each other in the direction of the oil conveyance.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/038386 A3

8461 I WO

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des  
Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens  
und der Oberflächenschaumbildung von Ölen

5

10

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit den Merkmalen der Oberbegriffe der Ansprüche 11, 12, 13.

15

20

Öl-/Luft-Dispersionen im Getriebeöl führen zu verschlechterten Wirkungsgraden von Getrieben und können im Extremfall Ölaustritte zur Folge haben. Die Fähigkeit des Öls, eingearbeitete Luft schnell wieder abzuscheiden, ist daher ein wichtiges Qualitätskriterium und Messsystemen zum Bestimmen des Luftabscheideverhaltens (LAV) von Ölen kommt folglich auch große Bedeutung zu.

25

30

Bekannt ist von der Fa. Castrol eine Vorrichtung zur Bestimmung des Luftabscheideverhaltens von Ölen mit einem Luft-Öl-Mischer und einem Differenzdruckaufnehmer. Der Luft-Öl-Mischer weist ein teilweise mit Öl zu befüllendes Behältnis mit einer Glasfront auf mit einem Propeller, der nur leicht ins Öl eintaucht. Der Propeller kann bis auf 10 000 U/min hochgefahren werden und verwirbelt so das Öl. Über zwei übereinanderliegende Druckmessstellen werden dann unterschiedliche hydrostatische Drücke und aus deren Differenz der Luftgehalt im Öl bestimmt. Nachteilig bei diesem

Stand der Technik ist der wenig praxistaugliche, hohe messtechnische Aufwand, wie exakt gefertigte Druckanschlüsse und sehr fein auflösende Differenzdruckaufnehmer, bedingt durch geringe aufzulösende Druckdifferenzen. Das bei diesem Stand der Technik rotierende Öl übt zusätzlichen Druck auf die Messstellen aus. Somit muss die Probe nach dem Lufteintrag zunächst zur Ruhe gebracht werden, was zu verzögerter Messwerterfassung führt. Solche LAV-Messsysteme korrelieren also nicht vollständig mit der Situation im Getriebe.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, zu schaffen mit früher Messwerterfassung und ein praxisnahes Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit früher Messwerterfassung anzugeben.

Die Lösung erfolgt mit einer Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit den Merkmalen der Ansprüche 11, 12 und 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Gemäß der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Bestimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von Getrie-

beölen, mit einem Luft-Öl-Mischer und einem Differenzdruck-  
aufnehmer versehen. Eine Fördereinrichtung ist vorgesehen,  
die das Öl durch Rohrleitungen des Luft-Öl-Mischers för-  
dert. Ein Druckluftanschluss fördert Luft in die Rohrlei-  
5 tungen des Luft-Öl-Mischers. Der Differenzdruckaufnehmer  
erfasst über mindestens 2 in Förderrichtung des Öls vonein-  
ander beabstandete Bohrungen an einem Venturirohr Diffe-  
renzdrücke im Öl. Das Venturirohr erzeugt Differenzdrücke  
aufgrund von Querschnittsflächenänderung, die proportional  
10 sind zur jeweiligen Dichte des Öls. Wenn die Strömungsge-  
schwindigkeit im Venturirohr bekannt ist und die Strömung  
ohne Höhenänderung verläuft, kann aus den gemessenen Diffe-  
renzdrücken die Dichte des Öls und damit dessen Luftgehalt  
bestimmt werden. Die Strömungsgeschwindigkeit ergibt sich  
15 aus dem eingestellten Volumenstrom an der Fördereinrichtung  
und den Querschnittsverhältnissen im Venturirohr. Ein Vor-  
teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung folgt aus der frühen  
Messwerterfassung, mit der die Anreicherung des Öls mit  
Luft bei kontinuierlicher Durchmischung und damit der Zu-  
20 stand im Getriebe realistisch erfaßbar ist. Je mehr Zeit  
zwischen Lufteintrag und Messung der Anreicherung des Öls  
mit Luft vergeht, desto realitätsferner sind die Messwerte.  
Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist  
die Erfaßbarkeit von kleinen Messvolumen, wie sie bei Ge-  
25 brauchtölproben aus Getriebe- und Feldversuchen üblich  
sind. Zudem ergibt sich mit der erfindungsgemäßen Vorrich-  
tung ein wesentlich größerer Messbereich für den Differenz-  
druck und damit ist die messtechnische Auflösung leichter  
durchführbar. Mit in zeitlichen Abständen wiederholt gemes-  
30 senen Differenzdrücken kann die Veränderung der Dichte des  
Öls, d. h. dessen veränderlicher Luftgehalt und damit das  
Luftabscheideverhalten des Öls bestimmt werden.

Zusätzlich kann das Volumen des Oberflächen-  
schaums (ml) mittels eines Auffangbehälters (Glaskugel)  
erfaßt werden.

5           Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung  
ist der Druckluftanschluss steuerbar, so dass die Zufuhr  
von Luft abschaltbar ist. Ein Mischer ist vorgesehen zur  
intensiv turbulenten Durchmischung der Luft mit dem Öl in  
den Rohrleitungen.

10

          Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
Erfindung ist mindestens ein Abscheider in Form eines Volu-  
mengefäßes in den Rohrleitungen vorgesehen, so dass bei  
geöffneter Luftzufuhr und hohem Luftüberschuß von ca 6  
15   1/min Luft in 200 ml Öl größere Luftblasen vor der Mess-  
strecke im Venturirohr abscheidbar sind. Insbesondere große  
Luftblasen mit einem  $\phi > 4$  mm könnten sonst den gemessenen  
Differenzdruck stark verfälschen, wenn z. B. eine Luftblase  
gerade die Messstelle im Venturirohr passieren und sich an  
20   der Messstelle davor Dispersion befinden würde, was zu gro-  
ßen Differenzdrücken führen würde und auf Dauer stabile  
Messwerte verhindern könnte.

          Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
25   Erfindung weist der Abscheider einen Durchmesser von  
ca. 20 mm oder vorzugsweise ca. 30 mm auf.

          Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
Erfindung ist der Luft-Öl-Mischer mit Auffangbehälter für  
30   Oberflächenschaum versehen.

          Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
Erfindung ist für verschiedene Prüftemperaturen ein tempe-

rierbarer Behälter mit einer Aluplatte an der Vorderseite  
vorgesehen und der Luft-Öl-Mischer und die Rohrleitungen  
können mit dem Venturirohr in dem temperierbaren Behälter  
so angeordnet werden, dass der Messkreislauf über ein Ölbad  
5 temperiert werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
Erfindung ist ein Umwälzthermostat zu dem temperierbaren  
Behälter vorgesehen, der das Ölbad im Behälter bis auf  
10 200 °C aufheizbar macht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfin-  
dung sind eine A/D-Wandler-Karte und ein Rechner vorgesehen  
und der Differenzdruckaufnehmer ist über die A/D-Wandler-  
Karte mit dem Rechner verbunden, so dass die Messungen au-  
15 tomatisiert erfolgen können.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der  
Erfindung ist die Fördereinrichtung als Zahnradpumpe mit  
einem maximalen Volumenstrom von 3 607 ml/min und thermi-  
20 scher Stabilität bis 130 °C ausgebildet.

Gemäß der Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung  
des Luftgehalts bei verschiedenen Volumenströmen mit der  
erfindungsgemäßen Vorrichtung gekennzeichnet durch Einfül-  
25 len von vorzugsweise 150 ml des zu prüfenden Öls über das  
Volumengefäß in den Luft-Öl-Mischer, Einschalten einer Was-  
serstrahlpumpe, so dass Öl in Schläuche bzw. in Sichtfens-  
ter oberhalb einer Messzelle des Differenzdruckaufnehmers  
gesaugt wird, Verhindern des Rückfließens des Öls in den  
30 Schläuchen oberhalb der Messzelle, Einschalten der För-  
dereinrichtung, Einfüllen von weiterem zu prüfenden Öl bis  
die Rohrleitungen des Luft-Öl-Mischers blasenfrei befüllt  
sind, Einregeln der Luftzufuhr und Stellen der Förderein-

richtung (z. B. 3 400 ml/min) auf maximalen Durchfluss, Umpumpen des zu prüfenden Öls und Messen des Differenzdrucks nach 7 min Luftzufuhr.

5           Gemäß der Erfindung ist das Verfahren zur Bestimmung  
des Luftabscheideverhaltens mit der erfindungsgemäßen Vor-  
richtung gekennzeichnet durch Einfüllen von vorzugsweise  
150 ml des zu prüfenden Öls über das Volumengefäß in den  
Luft-Öl-Mischer, Einschalten einer Wasserstrahlpumpe, so  
10       dass Öl in die Schläuche bzw. Sichtfenster oberhalb einer  
Messzelle des Differenzdruckaufnehmers gesaugt wird, Ver-  
hindern des Rückfließens des Öls in den Schläuchen bzw.  
Sichtfenstern oberhalb der Messzelle, Einschalten der För-  
dereinrichtung, Einfüllen von weiterem zu prüfenden Öl bis  
15       die Rohrleitungen des Luft-Öl-Mischers blasenfrei befüllt  
sind, Einstellen der Fördereinrichtung auf einen bestimmten  
Durchfluss für 7 min mit Luftansaugung, Messen des Diffe-  
renzdrucks, Stoppen der Luftzufuhr, Zeitnahme und Messen  
des jeweiligen Differenzdrucks in regelmäßigen Abständen.

20

          Gemäß der Erfindung ist ein weiteres Verfahren zur  
Bestimmung des Luftabscheideverhaltens mit der erfindungs-  
gemäßen Vorrichtung gekennzeichnet durch Einfüllen von vor-  
zugsweise 150 ml des zu prüfenden Öls durch den Einfüll-  
25       trichter in den Luft-Öl-Mischer, Einschalten einer Wasser-  
strahlpumpe, so dass Öl in Schläuche oberhalb einer Mess-  
zelle des Differenzdruckaufnehmers gesaugt wird, Verhindern  
des Rückfließens des Öls in den Schläuchen oberhalb der  
Messzelle, Einschalten der Fördereinrichtung, Einfüllen von  
30       weiterem zu prüfenden Öl bis die Rohrleitungen des Luft-Öl-  
Mischers blasenfrei befüllt sind, Einregeln der Luftzufuhr,  
gegebenenfalls über zwei Nadelventile, Einstellen der För-  
dereinrichtung auf einen bestimmten Durchfluss für 7 min,

Messen des Differenzdrucks, Stoppen der Luftzufuhr, Zeitnahme und Messen des Differenzdrucks in regelmäßigen Abständen.

5           Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Temperatur des zu prüfenden Öls über den um etwa 20 °C höher eingestellten Thermostaten eingestellt; definiert für 90 °C und 130 °C.

10           Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels dargestellt.  
Es zeigen:

15           Fig. 1       eine Ansicht von vorn der Vorrichtung gemäß der Erfindung und

          Fig. 2       ein Diagramm mit der Vorrichtung gemäß der Erfindung erfaßter Differenzdrücke für ein zu prüfendes Öl.

20

Fig. 1:

          Eine Vorrichtung 1 zur Bestimmung des Luftabscheideverhaltens von Getriebeölen ist mit einem Luft-Öl-Mischer 2 und einem Differenzdruckaufnehmer 3 versehen. Eine Förderereinrichtung 4 ist als Zahnradpumpe mit einem maximalen  
25           Volumenstrom von 3 607 ml/min und thermischer Stabilität bis 130 °C vorgesehen, die das Öl durch Rohrleitungen 5 des Luft-Öl-Mischers 2 saugt.

30           Alle metallgefertigten Teile der Vorrichtung 1 sind in V2A-Edelstahl ausgeführt. Für alle Teile aus Kunststoff, wie Dichtungen, Schläuche, etc., wird PTFE oder FKM verwendet und für diese Teile werden, wie auch im Pumpenkopf der



Zahnradpumpe, keine silikonhaltigen Materialien eingesetzt.  
Bis 150 °C beständiges Glas, wie Duranglas, wird im Luft-  
Öl-Mischer 2 eingesetzt.

5            Ein Druckluftanschluss 6 fördert über Nadelventile  
(nicht dargestellt) Luft in die Rohrleitungen 5 des Luft-  
Öl-Mischers 2. Der Druckluftanschluss 6 ist steuerbar, so  
dass die Zufuhr von Luft abschaltbar ist. Der Differenz-  
druckaufnehmer 3 erfaßt Differenzdrücke im Öl über 2 in  
10   Förderrichtung des Öls voneinander beabstandete Bohrun-  
gen 7, 8 an einem Venturirohr 9 und über Schläuche 12, 13.  
Ein Mischer (nicht dargestellt) ist vorgesehen zur intensiv  
turbulenten Durchmischung der Luft mit dem Öl in den Rohr-  
leitungen 5.

15           Ein Abscheider 15 in Form eines Volumengefäßes ist in  
den Rohrleitungen 5 vorgesehen, so dass bei geöffneter  
Luftzufuhr und hohem Luftüberschuß von ca. 6 l/min Luft in  
150 ml Öl größere Luftblasen vor der Messstrecke im Ventu-  
20   rirohr 9 abscheidbar sind. Der Abscheider 15 weist einen  
Durchmesser von 30 mm auf. Der Luft-Öl-Mischer 2 ist mit  
einem Auffangbehälter 14 versehen.

25           Für verschiedene Prüftemperaturen ist ein temperierba-  
rer Behälter mit einer Glas- oder Stahlplatte an der Vor-  
derseite vorgesehen und der Luft-Öl-Mischer 2 und die Rohr-  
leitungen 5 sind mit dem Venturirohr 9 in einem temperier-  
baren Behälter (nicht gezeigt) so angeordnet, dass der  
Messkreislauf über ein Ölbad in dem temperierbaren Behälter  
30   temperiert werden kann. Ein Umwälzthermostat ist zu dem  
temperierbaren Behälter vorgesehen, der das Ölbad im Behäl-  
ter bis auf 200 °C aufheizbar macht.

Eine A/D-Wandler-Karte (nicht dargestellt) und ein Rechner 12 sind mit dem Differenzdruckaufnehmer 3 verbunden, so dass die Messungen automatisiert erfolgen können.

5           Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung 1:

Ein Verfahren zur Bestimmung des Luftgehalts bei konstanten Volumenströmen mit der Vorrichtung 1 erfolgt durch Einfüllen von 150 ml des zu prüfenden Öls über das Volumen-  
gefäß in den Luft-Öl-Mischer 2, Einschalten einer Wasser-  
strahlpumpe (nicht dargestellt), so dass Öl in die Schläu-  
che bzw. Sichtfenster 12, 13 oberhalb des als Messzelle  
ausgebildeten Differenzdruckaufnehmers 3 gesaugt wird. Das  
Rückfließen des Öls in den Schläuchen 12, 13 wird durch  
Schließen der Kükenhähne verhindert. Dann erfolgt Einschalten  
der Fördereinrichtung 4, Einfüllen von weiterem zu prü-  
fenden Öl bis die Rohrleitungen des Luft-Öl-Mischers blasenfrei  
befüllt sind, Einregeln der Luftzufuhr und Stellen  
der Fördereinrichtung auf 3 400 ml/min. Umpumpen des zu  
prüfenden Öls dauert 7 min und dann wird die Anzeige des  
Differenznehmers notiert.

Die Fördereinrichtung 4 saugt das zu prüfende Öl im Uhrzeigersinn durch die Rohrleitungen 5 und kann mit Luftansaugung pumpen, so dass gesondertes Regeln der Luftzufuhr entfallen kann.

Insbesondere große Luftblasen werden in dem Abscheider 15 aus dem Volumenstrom des zu prüfenden Öls ausgeschieden zur Verbesserung der Messgenauigkeit.

30 Vor Auswertung der Messungen ist die Vorrichtung 1 noch vorzugsweise mit Wasser zu kalibrieren, wobei mit mindestens zwei Messreihen eine Fittingfunktion ermittelbar ist, die auf den Auswerte-Algorithmus anwendbar ist. Mit mehr

als zwei Messreihen kann die Fittingfunktion verbessert werden.

5 Zur Bestimmung der Luftgehalte bei verschiedenen Volumenströmen ist das zu prüfende Öl 7 min lang bei dem maximal einzustellenden Volumenstrom bei geöffneter Luftzufuhr umzupumpen und dann erfolgt die erste Messwertaufnahme und anschließend sind alle einzustellenden Volumenströme zügig zu messen, wobei neben den Differenzdrücken auch die Temperatur des zu prüfenden Öls aufzunehmen ist.

10 Zur Bestimmung der Luftgehalte bei verschiedenen Temperaturen ist der Volumenstrom konstant zu halten. Die Temperatur des zu prüfenden Öls wird über den um etwa 20 °C höher eingestellten Thermostaten im Behälter eingestellt.

15 Zur Bestimmung des Luftabscheideverhaltens wird das zu prüfende Öl 7 min lang bei geöffneter Luftzufuhr gemischt und danach der Differenzdruck aufgenommen und die Luftzufuhr gestoppt. Dann beginnt die Zeitnahme und in regelmäßigen Abständen wird der Differenzdruck aufgenommen.

Fig. 2:

25 In Abhängigkeit vom eingestellten Volumenstrom sind die mit der Vorrichtung 1 erfaßten Differenzdrücke aufgetragen in einer oberen Punktreihe für ein zu prüfendes Öl mit Entschäumer und in einer unteren Punktreihe ohne Entschäumer.

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG  
Friedrichshafen

Akte 8461 I Z  
2003-06-26

11

Bezugszeichen

	1	Vorrichtung
5	2	Luft-Öl-Mischer
	3	Differenzdruckaufnehmer
	4	Fördereinrichtung
	5	Rohrleitungen
	6	Druckluftanschluss
10	7	Bohrungen
	8	Bohrungen
	9	Venturirohr
	12	Schläuche
	13	Schläuche
15	14	Auffangbehälter
	15	Abscheider

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung (1) zur Bestimmung des Luftgehalts, des  
5 Luftabscheideverhaltens und der Oberflächenschaumbildung  
von Ölen, insbesondere von Getriebeölen, mit einem Luft-Öl-  
Mischer (2) und einem Differenzdruckaufnehmer (3), dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t , dass eine Fördereinrich-  
10 tung (4) vorgesehen ist, die das Öl durch Rohrleitungen (5)  
des Luft-Öl-Mischers (2) fördert, ein Druckluftan-  
schluss (6) vorgesehen ist, der Luft in die Rohrleitun-  
gen (5) des Luft-Öl-Mischers (2) fördert, ein Venturi-  
rohr (9) in einer der Rohrleitungen (5) vorgesehen ist, und  
15 der Differenzdruckaufnehmer (3) über mindestens 2 in För-  
derrichtung des Öls voneinander beabstandete Bohrungen (7,  
8) am Venturirohr (9) Differenzdrücke im Öl erfasst.

2. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Druckluftanschluss (6)  
20 steuerbar ist und ein Mischer vorgesehen ist zur intensiv  
turbulenten Durchmischung der Luft mit dem Öl in den Rohr-  
leitungen (5).

3. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
25 k e n n z e i c h n e t , dass mindestens ein Abschei-  
der (7) in den Rohrleitungen (5) vorgesehen ist.

4. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 3, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Abscheider (15) einen  
30 Durchmesser von ca. 20 bis 30 mm aufweist.

5. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Luft-Öl-Mischer (2)  
teilweise aus Glas gefertigt ist.

5 6. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Luft-Öl-Mischer (2)  
mit einem Auffangbehälter (14) für Oberflächenschaum verse-  
hen ist.

10 7. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass ein temperierbarer Behäl-  
ter vorgesehen ist und der Luft-Öl-Mischer (2) und die  
Rohrleitungen mit dem Venturirohr (9) in dem temperierbaren  
Behälter angeordnet sind.

15 8. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass ein Umwälzthermostat zu  
dem temperierbaren Behälter vorgesehen ist.

20 9. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass eine A/D-Wandler-Karte und  
ein Rechner vorgesehen sind und der Differenzdruckaufneh-  
mer (3) über die A/D-Wandler-Karte mit dem Rechner verbun-  
den ist.

25 10. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass die Fördereinrichtung (4)  
als Zahnradpumpe ausgebildet ist.

30 11. Verfahren zur Bestimmung des Luftgehalts bei ver-  
schiedenen Volumenströmen mit der Vorrichtung (1) gemäß  
Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t durch

- Einfüllen des zu prüfenden Öls durch den Auffangbehälter (14) in den Luft-Öl-Mischer (2),
- Einschalten einer Wasserstrahlpumpe, so dass Öl in Schläuche (12, 13) oberhalb einer Messzelle des Differenzdruckaufnehmers (3) gesaugt wird,
- 5 - Verhindern des Rückfließens des Öls in den Schläuchen (12 13) oberhalb der Messzelle,
- Einschalten der Fördereinrichtung (4),
- Einfüllen von weiterem zu prüfenden Öl bis die Rohrleitungen (5) des Luft-Öl-Mischers (2) blasenfrei befüllt sind,
- 10 - Einregeln der Luftzufuhr und
- Einstellen der Fördereinrichtung (4) auf maximalen Durchfluss,
- 15 - Umpumpen des zu prüfenden Öls und Messen aller einzustellenden Volumenströme bei jeweils konstantem Volumenstrom.

12. Verfahren zur Bestimmung des Luftabscheideverhaltens und des Oberflächenschaums mit der Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t durch
- 20 - Einfüllen des zu prüfenden Öls durch den Einfülltrichter (14) in den Luft-Öl-Mischer (2),
  - Einschalten einer Wasserstrahlpumpe, so dass Öl in Schläuche (12, 13) oberhalb einer Messzelle des Differenzdruckaufnehmers (3) gesaugt wird,
  - 25 - Verhindern des Rückfließens des Öls in den Schläuchen (12, 13) oberhalb der Messzelle,
  - Einschalten der Fördereinrichtung (4),
  - 30 - Einfüllen von weiterem zu prüfenden Öl bis die Rohrleitungen (5) des Luft-Öl-Mischers (2) blasenfrei befüllt sind,

- Einstellen der Fördereinrichtung (4) auf einen bestimmten Durchfluss,
- Messen des Differenzdrucks, Stoppen der Luftzufuhr, Messen des Oberflächenschaums in ml, Zeitnahme und
- 5 Messen des jeweiligen Differenzdrucks in regelmäßigen Abständen.

13. Verfahren zur Bestimmung des Luftabscheideverhaltens und des Oberflächenschaums mit der Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t durch

- Einfüllen des zu prüfenden Öls durch den Auffangbehälter (14) in den Luft-Öl-Mischer (2),
- Einschalten einer Wasserstrahlpumpe, so dass Öl in Schläuche (12, 13) oberhalb einer Messzelle des Differenzdruckaufnehmers (3) gesaugt wird,
- 15 - Verhindern des Rückfließens des Öls in den Schläuchen (12, 13) oberhalb der Messzelle,
- Einschalten der Fördereinrichtung (4),
- Einfüllen von weiterem zu prüfenden Öl bis die Rohr-
- 20 leitungen (5) des Luft-Öl-Mischers (2) blasenfrei befüllt sind,
- Einregeln der Luftzufuhr,
- Einstellen der Fördereinrichtung (4) auf einen bestimmten Durchfluss,
- 25 - Messen des Differenzdrucks, Stoppen der Luftzufuhr, Messen des Oberflächenschaums in ml, Zeitnahme und Messen des Differenzdrucks in regelmäßigen Abständen.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, g e k e n n z e i c h n e t durch Einstellen der Temperatur des zu prüfenden Öls über einen Thermostaten in Behälter.



Zusammenfassung

5                   Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des  
                  Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens  
                  und der Oberflächenschaumbildung von Ölen

10               Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Be-  
                 stimmung des Luftgehalts, des Luftabscheideverhaltens und  
                 der Oberflächenschaumbildung von Ölen, insbesondere von  
                 Getriebeölen, mit einem Luft-Öl-Mischer (2) und einem Dif-  
                 ferenzdruckaufnehmer (3). Eine Fördereinrichtung (4) för-  
                 dert das Öl durch Rohrleitungen (5) des Luft-Öl-  
15               Mischers (2). Ein Druckluftanschluss (6) ist vorgesehen,  
                 der Luft in die Rohrleitungen (5) des Luft-Öl-Mischers (2)  
                 fördert. Ein Venturirohr (9) ist in einer der Rohrleitun-  
                 gen (5) vorgesehen, und der Differenzdruckaufnehmer (3)  
                 erfasst über mindestens zwei in Förderrichtung des Öls von-  
20               einander beabstandete Bohrungen (7, 8) am Venturirohr (9)  
                 Differenzdrücke im Öl.

Fig. 1

